

ANALISA PEMILIHAN DAN TATA LETAK TOWER CRANE TERHADAP WAKTU DAN BIAYA KONSTRUKSI (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Tahap 2 Holand Park Condotel Batu)

Rini Pebri Utari¹

¹Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

Kontak Person:

Rini Pebri Utari, SPd.,MT

Jl. Raya Tlogomas No.246, Tlp.(0341) 464318 faks (0341) 466782

E-mail: rinipebriutari@umm.ac.id

Abstrak

Pemilihan alat konstruksi yang tepat sangat mempengaruhi keberhasilan dari suatu proyek. Hal ini berhubungan dengan kinerja alat yang digunakan untuk menghasilkan keuntungan baik dari segi waktu maupun biaya. Tower crane merupakan alat berat yang memegang peranan penting pada proyek konstruksi dengan skala besar. Penurunan tingkat produktivitas kerja pada alat tower crane merupakan masalah yang sering terjadi dalam pengerjaan konstruksi bangunan. Salah satu penyebab dari penurunan produktivitas adalah tata letak Tower Crane yang kurang tepat di lapangan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapakah waktu dan biaya yang efektif berdasarkan tata letak tower crane A & B. Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dengan metode pengumpulan data yaitu observasi lapangan dan interview (wawancara). Hasil berupa data yang diperoleh dari metode pengumpulan data tersebut akan diolah dan dianalisis. Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh hasil perletakan Tower Crane B lebih efisien dibandingkan perletakan Tower Crane A dengan estimasi perhitungan waktu & biaya dari TC B yaitu 339.05 hari dan Rp. 136.296.905, sedangkan TC A yaitu 387.30 hari dan Rp. 155.693.255.

Kata kunci: Biaya, Efektif, Tata letak, Tower Crane, Waktu.

1. Pendahuluan

Semakin meningkatnya bangunan gedung dan infrastruktur menuntut para pelaku konstruksi untuk dapat bekerja secara efektif dan efisien. Pekerjaan konstruksi yang memiliki masa waktu kerja yang terbatas tentunya menuntut suatu pekerjaan dapat terselesaikan dengan baik dan tentunya semua ini dibantu dengan penggunaan teknologi. Dalam menentukan suatu keberhasilan proyek dapat [3]. Hal ini tergantung dengan perencanaan yang cermat terhadap metode pelaksanaan penggunaan alat. Pemilihan peralatan yang tepat memegang peranan yang sangat penting. Peralatan dianggap memiliki kapasitas tinggi bila peralatan tersebut menghasilkan produksi yang tinggi atau optimal tetapi dengan biaya yang relatif rendah.

Alat konstruksi atau sering juga disebut dengan alat berat menurut [2], adalah yang sengaja diciptakan atau didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi atau kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti: mengangkut, mengangkat, memuat, memindah, menggali, mencampur, dan seterusnya dengan cara mudah, hemat dan aman. Salah satu alat yang sering digunakan pada proyek bangunan bertingkat adalah *Tower Crane (TC)*. Alat ini digunakan sebagai alat pemindah material (*material handling equipment*) dari satu tempat ke tempat lain baik secara vertikal maupun horizontal. *Tower Crane* banyak digunakan karena ketinggian *Tower Crane* dapat disesuaikan dengan tinggi bangunan dan juga memiliki jangkauan yang luas.

Permasalahan yang sering dihadapi di lapangan dalam pemakaian alat *Tower Crane* adalah penurunan tingkat produktivitas kerja alat. Di dalam penggunaan alat *Tower Crane* sulit kita temukan kondisi alat 100% baik, selalu terdapat tingkat penurunan produktivitas alat tersebut. Penurunan tingkat produktivitas ini disebabkan oleh umur alat, kondisi cuaca dan situasi, pemeriksaan alat, kemampuan operator, dan tata letak di lapangan. Dari pengaruh produktivitas tersebut mengakibatkan bertambahnya durasi pelaksanaan pekerjaan konstruksi bangunan yang berakibat pada efektifitas pengerjaan struktur bangunan tersebut, sehingga memakan biaya dan waktu yang sangat banyak.

Dalam penelitian ini, ingin dikaji tata letak pemilihan *Tower Crane* pada pekerjaan tahap dua pembangunan Hotel *Holland Park* Batu yang pada pembangunan tahap satu ada indikasi keterlambatan waktu dan biaya konstruksi mengalami pembengkakan yang disebabkan kurangnya efektifitas pemilihan *Tower Crane* sehingga diketahui efektifitas penempatan *Tower Crane* ditinjau dari segi waktu dan biaya.

2. Metode Penelitian

2.1 Objek Penelitian

Dalam penelitian ini dicoba untuk mengkaji proyek yang menggunakan *Tower Crane* (TC), salah satunya yaitu *Holland Park Condotel* yang terletak di daerah Jawa timur, khususnya di Kota Batu Jln. Cery No. 10 Perumahan Panderan Hill Batu. *Holland Park Condotel* ini dibangun di atas lahan seluas 2ha dan berada di ketinggian 800 m di atas permukaan laut, *Holland Park Condotel* ini satu-satunya hotel bintang 5 yang ada di kota batu, di bangun oleh pengembang PT. Sunrise International



Gambar 1 Gambar rencana pembangunan objek penelitian

Adapun tahapan dalam penelitian ini meliputi :

- Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum proyek.
- Menentukan kebutuhan data tanah, jenis *Tower Crane*,
- Studi pustaka terhadap materi desain.
- Jadwal pemakaian *Tower Crane*.
- Aktifitas-aktifitas yang menggunakan *Tower Crane*.
- Efektifitas penggunaan *Tower Crane* pada aktifitas terhadap waktu

2.2 Tahapan dalam analisa data

Adapun tahapan dalam menganalisi data dalam penelitian ini adalah menentukan jenis pekerjaan pengangkutan dengan bantuan *Towe Crane*, dalam hal ini dibatasi pada beberapa pekerjaan saja :

- Pekerjaan Pengangkatan Tulangan Balok, Kolom dan Plat Lantai

Data-data yang di perlukan untuk menghitung waktu penggunaan *Tower Crane* untuk pekerjaan tulangan, antar lain:

- 1) Koordinat sumber tulangan
- 2) Koordinat tujuan tulangan yang akan dipasang
- 3) Diameter tulangan
- 4) Jarak antar tulangan
- 5) Koordinat sumber pengangkatan tulangan
- 6) Koordinat-koordinat tujuan penempatan tulangan
- 7) Penambahan jarak tempuh vertikal
- 8) Waktu tetap untuk pekerjaan mengikat dan melepas tulangan

- Pekerjaan pengecoran kolom, balok dan pelat lantai

Data-data yang diperlukan untuk menghitung waktu penggunaan *Tower Crane* untuk pekerjaan pengecoran kolom, balok dan pelat lantai antara lain:

- 1) Jumlah tipe kolom, balok dan pelat lantai

- 2) Jumlah masing-masing tipe kolom, balok dan pelat lantai
- 3) Dimensi masing-masing tipe kolom, balok dan pelat lantai
- 4) Koordinat sumber pengecoran
- 5) Koordinat tujuan pengecoran
- 6) Ukuran bucket
- 7) Penambahan jarak tempuh vertical
- 8) Waktu tetap untuk pekerjaan mengisi dan menuang campuran beton

- Pekerjaan pengangkutan bekisting kolom, balok dan pelat lantai

Data-data yang di perlukan untuk mengitung waktu penggunaan *Tower Crane* untuk pekerjaan bekisting antara lain :

1. Jumlah tipe bekisting
2. Berat masing – tipe bekisting
3. Koordinat sumber pengangkat bekisting
4. Koordinat – koordinat tujuan penempatan bekisting kolom
5. Penambahan jarak tempuh vertikal
6. Waktu tetap untuk pekerjaan memasang dan melepaskan bekisting

2.3 Waktu Tetap

Waktu tetap terdiri dari mengikat dan melepas material, waktu tetap di dapat dari hasil observasi pada proyek konstruksi yang menggunakan *Tower Crane*. Dengan menggunakan stopwatch di catat waktu yang di perlukan untuk mengikat, memindahkan, dan melepas material untuk masing – masing pekerjaan. Pekerjaan yang di observasi meliputi pekerjaan pengangkatan tulangan kolom, pengangkatan tulangan balok dan plat, pengecoran kolom, pengangkatan bekisting kolom. Waktu tetap untuk masing – masing pekerjaan berbeda – beda, hal ini di pengaruhi oleh jenis material, yang di angkat. Dari hasil waktu tersebut di ambil nilai rata – rata untuk mendapatkan waktu tetap mengikat dan waktu tetap melepas material untuk masing – masing pekerjaan. Waktu tetap rata – rata mengikat dan waktu tetap rata – rata melepas untuk masing – masing pekerjaan di gunakan untuk perhitungan durasi setiap pekerjaan.

3. Diagram Alir penelitian.

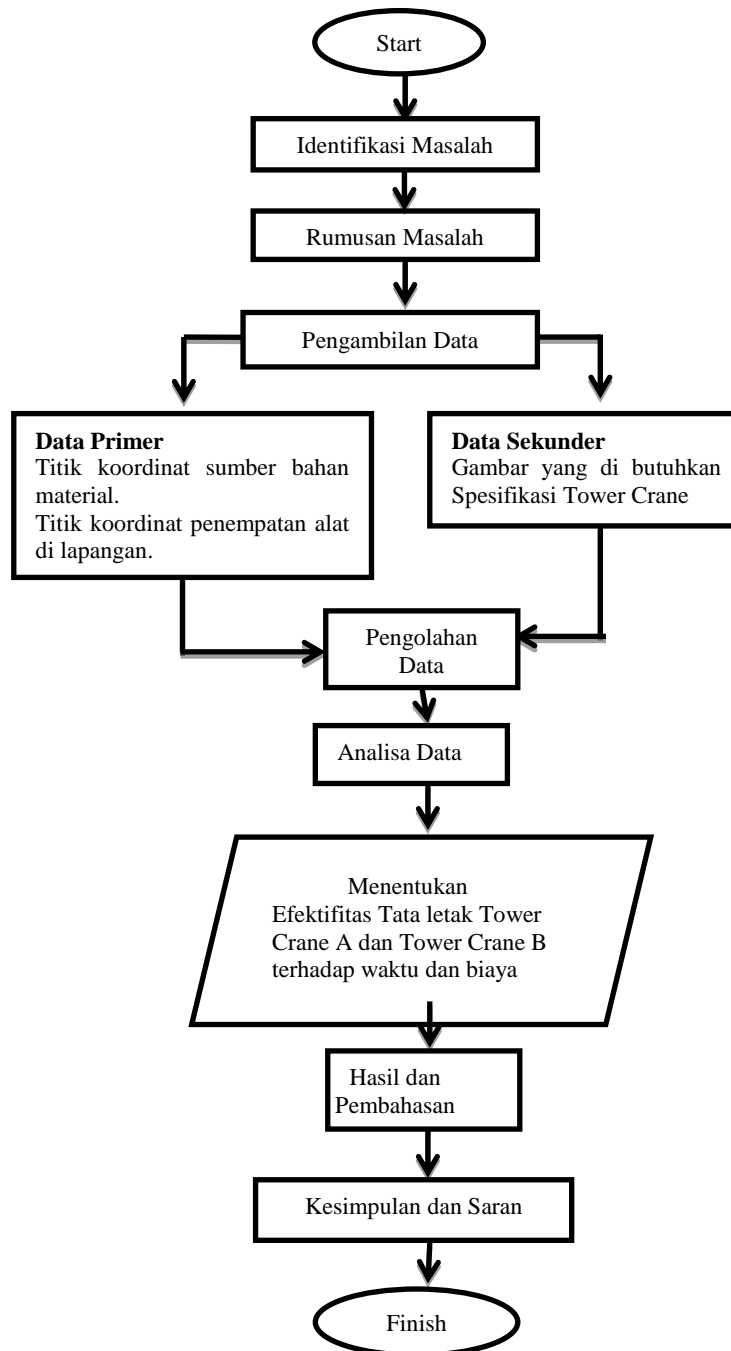
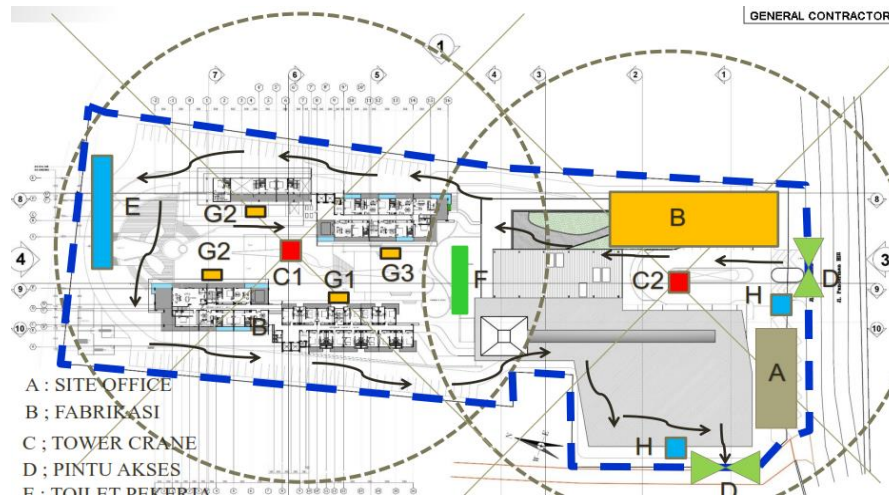


Diagram 1

4. Hasil dan Pembahasan

Layout lokasi pemasangan *Tower Crane* A dan B dapat dilihat pada Gambar 2, dimana posisi pemasangan *Tower Crane* A dan B berdasarkan posisi koordinat penempatan material, gudang dan capaian lokasi penempatan material.



Gambar 2 *Layout Lokasi*

Dalam pembangunan *Holland Park* yang ada di kota Batu, yang dibangun oleh pengembang PT. Sunrise Internasional Persada (SIP) menggunakan *Tower Crane* dengan jenis dan spesifikasi sebagai berikut :

Merek dan tipe Tower Crane	= (POINTEN. FO – 23 B)
Panjang Jib Tower Crane	= (50m)
Tinggi Tower Crane	= (40m). Maks (230m)
Jarak Tower Crane ke Bangunan	= (12m)
Kondisi dan umur Tower Crane	= (5 Tahun dari tahun 2012-2016)
Counter Weight	= (6 ton), Beban Ujung (1,3 ton)

Dalam penelitian ini perhitungan waktu penggunaan *Tower Crane* dilakukan pada dua alternatif yaitu posisi *Tower Crane* A dan posisi *Tower Crane* B. Dan pekerjaan yang dilakukan adalah meliputi :

- Pekerjaan Pengangkutan tulangan Balok, Kolom dan Pelat
- Pekerjaan Pengangkutan Begesting Balok, Kolom dan Pelat
- Pekerjaan Pembetonan Balok, Kolom dan Pelat

Perhitungan durasi waktu yang dilakukan meliputi :

- Waktu Tempuh Vertikal (TV)
- Waktu Tempuh Horizontal
- Waktu Tempuh Rotasi
- Waktu siklus

Sebelum menentukan waktu tempuh, perlu menentukan Jarak antara *Tower Crane* dengan sumber *Tower Crane*.

a. Perhitungan Waktu Penggunaan *Tower Crane* Pada Letak Pertama (*Tower Crane* A)

Perhitungan jarak antara *Tower Crane* pada letak pertama dengan sumber berdasarkan titik koordinat dari kondisi eksisting. Berdasarkan kondisi eksisting perhitungan Jarak antara *Tower Crane* dengan sumber (D1)

$X1$ = Koordinat arah x dari TC ke S1 = 15000 mm

$Y1$ = Koordinat arah y dari TC ke S1 = 0 mm

$D1 = \sqrt{(15000)^2 + (0)^2} = 15000 \text{ mm} = 1500 \text{ cm}$

Jarak antara Tower Crane dengan tujuan

Contoh perhitungan titik tujuan K1.

$X2$ = Koordinat arah x dari TC ke tujuan = -8200 mm

$Y2$ = Koordinat arah y dari TC ke tujuan = 32800 mm

$D2 = \sqrt{(-8200)^2 + (32800)^2} = 33809 \text{ mm} = 3380,9 \text{ cm}$

Perhitungan waktu siklus pengangkatan tulang kolom adalah sebagai berikut :

Waktu ikat rata-rata = 2,15 menit

Waktu lepas rata-rata = 8,40 menit

Jumlah kolom lantai 1 (n_k) = 76 buah

Contoh perhitungan tujuan lantai 1 :

$$\begin{aligned} T_a = (\text{angkat}) &= (n_k \times \sum T_{va}) + \sum T_{ra} + \sum T_{ha} \\ &= (76 \times 0,19) + 81,86 + 60,52 \\ &= 156,82 \text{ menit} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} T_k = (\text{kembali}) &= (n_k \times \sum T_{vk}) + \sum T_{rk} + \sum T_{hk} \\ &= (76 \times 0,095) + 81,86 + 39,65 \\ &= 128,73 \text{ menit} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Total} &= T_a + T_k + (T_i + T_k) \times n_k \\ &= 156,82 + 128,73 + (2,15 + 8,40) \times 76 = 1087,35 \text{ menit} \end{aligned} \quad (3)$$

Untuk perhitungan lengkap waktu siklus dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Waktu Siklus Pengangkatan Tulangan Kolom

Tujuan Lantai	Elevasi (m)	T_a (menit)	T_k (menit)	Total (menit)
1	4,5	156,82	128,73	1087,35
2	9	163,66	132,15	1097,61
3	13,5	170,50	135,57	1107,87
4	18	177,34	138,99	1118,13
5	22,5	184,18	142,41	1128,39
6	27	191,02	145,83	1138,65
7	31,5	197,86	149,25	1148,91
Total waktu penggunaan Tower Crane			=	7826,92

Dengan cara yang sama penentuan waktu keseluruhan untuk keseluruhan pekerjaan pada *Tower Crane B* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Waktu keseluruhan pada tiap lantai yang dibutuhkan untuk pekerjaan Kolom, Balok dan Plat Lantai. Dengan jam kerja/hari = 12 jam

Pekerjaan	T total (menit)	T total (jam)
Tulangan Kolom	7.826,92	130,45
Tulangan Balok dan Plat	5741,22	95,69
Bekisting Kolom	5044,62	84,08
Bekisting Balok dan Plat	5896,3	98,27
Pengecoran Kolom	2595,95	43,27
Pengecoran Balok dan Plat	251748,17	4195,80
Total Durasi		4647,553

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi/hari} &= \text{Total Durasi} / (\text{jam kerja/hari}) \\
 &= 4647,553 \text{ jam} / 12 \text{ jam/Hari} \\
 &= \mathbf{387,30 \text{ hari}}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

b. Perhitungan Waktu Penggunaan *Tower Crane* Pada Letak Kedua (*Tower Crane B*)

Dalam penentuan waktu penggunaan *Tower Crane* terhadap tata letak *Tower Crane* kedua didasarkan pada capaian jangkauan material terhadap lokasi penyimpanan material dan berada diposisi berbeda dengan *Tower Crane A*. Perhitungan jarak antara *Tower Crane* pada letak kedua dengan sumber berdasarkan titik koordinat dari kondisi eksisting. Berdasarkan kondisi eksisting perhitungan Jarak antara *Tower Crane* dengan sumber (D1)

1. Jarak antara *Tower Crane* dengan sumber (D1)

$X1$ = Koordinat arah x dari TC ke S1 = 15000 mm

$Y1$ = Koordinat arah y dari TC ke S1 = 0 mm

$$D1 = \sqrt{(21000)^2 + (0)^2} = 21000 \text{ mm} = 2100 \text{ cm}$$

2. Jarak antara *Tower Crane* dengan tujuan

Contoh perhitungan titik tujuan K1.

$X2$ = Koordinat arah x dari TC ke tujuan = -44200 mm

$Y2$ = Koordinat arah y dari TC ke tujuan = 32800 mm

$$D2 = \sqrt{(-44200)^2 + (32800)^2} = 55041 \text{ mm} = 5504,1 \text{ cm}$$

Perhitungan waktu siklus pada *Tower Crane B* sama dengan cara perhitungan pada posisi *Tower Crane A*. Berikut perhitungan waktu perhitungan waktu penggunaan *Tower Crane* untuk pengecoran kolom, balok dan plat, pada pekerjaan pengecoran campuran beton diangkat dengan menggunakan buket yang memiliki kapasitas 1 m³, akan tetapi pada realitanya tidak terisi penuh, jadi asumsi pengisian buket campuran beton ini dengan volume 0,8 m³.

Tabel 3 Tipe Kolom

Type Kolom	b (m)	h (m)	Luas (m ²)
A	0,2	0,8	0,16
B	0,2	0,6	0,12
C	0,4	0,8	0,32
D	0,15	0,3	0,045

Perhitungan waktu siklus pengecoran kolom

Waktu ikat rata-rata = 1,40 menit

Waktu lepas rata-rata = 1,13 menit

Jumlah kolom lantai 1 (nk) = 76 buah

Contoh perhitungan tujuan lantai 1 :

$$Ta = Tva + ((\sum(Tra \times L) / Vol.buket + \sum(Tha \times L) / Vol.buket \times (elevasi lt2 - lt1)) \quad (5)$$

$$= 12.68 + ((26.75/0,8) + (5.65/0,8)) \times (9 - 4,5) = 194.49 \text{ menit}$$

$$Tk = Tv_k + ((\sum(Trk \times L) / Vol.buket + \sum(Thk \times L) / Vol.buket \times (elevasi lt2 - lt1)) \quad (6)$$

$$= 4,06 + ((26.75/0,8) + (3.70/0,8)) \times (9 - 4,5) = 177.62 \text{ menit}$$

$$\text{Total} = Ta + Tk + ((Ti + Tl) \times \sum angkut)$$

$$= 184.39 + 170.72 + ((1,40 + 1,13) \times 66.71) = 523.89 \text{ menit}$$

Tabel 4 Waktu keseluruhan pada tiap lantai yang dibutuhkan untuk pekerjaan Kolom, Balok dan Plat Lantai. Dengan jam kerja/hari = 12 jam

Pekerjaan	T total (menit)	T total (jam)
Tulangan Kolom	7518	125.30
Tulangan Balok dan Plat	5535.18	92.25
Bekisting Kolom	3674	61.23
Bekisting Balok dan Plat	5605	93.43
Pengecoran Kolom	2437.91	40.63
Pengecoran Balok dan Plat	219342	3655.69
Total Durasi		4068.543

$$\text{Durasi/hari} = \text{Total Durasi} / (\text{jam kerja/hari}) \quad (7)$$

$$= 4068.543 \text{ jam} / 12 \text{ jam}$$

$$= \mathbf{339.05 \text{ hari}}$$

Dari Table 2 dan Table 4 dapat diketahui adanya perbedaan durasi, dimana posisi *Tower Crane B* memiliki durasi penyelesaian pekerjaan lebih cepat dengan selisih sebesar 48,25 hari dari *Tower Crane A*.

c. Hasil Perbandingan Waktu dan Biaya pekerjaan Tower Crane A dan Tower Crane B

Setelah diketahui besarnya durasi maka dapat dihitung besarnya biaya pemakaian *Tower Crane A* dan *B* dengan spesifikasi *Tower Crane* yang sejenis. Adapun daftar harga untuk penyewaan *Tower Crane* tipe POINTEN. FO – 23 B). Berikut adalah aspek-aspek yang perlu diperhitungkan dalam pengoperasian tower crane :

Biaya Sewa Tower Crane	= Rp	95.000.000
Biaya Sewa Genset	= Rp	70.000.000 /bulan
Biaya Upah Operator	= Rp	50.000 /jam
Biaya Pelumas	= Rp	30.000 /liter
Biaya Solar	= Rp	7.600 /liter

Tabel 5 Perbandingan Terhadap Waktu dan Biaya pekerjaan *Tower Crane A* dan *Tower Crane B*

NO	Data Harga		Tower Crane A		Tower Crane B	
			Total (jam)	Total Harga (Rp)	Total (Jam)	Total Harga (Rp)
1	Sewa TC	Rp.95,000,000/ Bulan	4647,553	44.517.535	4068,543	38.651.585
2	Sewa Genset	Rp.70,000,000/ Bulan	4647,553	32.532.871	4068,543	28.479.801
3	Upah Operator	Rp. 50,000/ jam	4647,553	23.237.765	4068,543	20.342.715
4	Pelumas (Oli)	Rp. 30,000/ liter	4647,553	27.885.318	4068,543	24.411.258
5	Solar	Rp. 7,600 / liter	4647,553	52.982.104	4068,543	46.382.902
Total Biaya				155.693.255		136.296.905

Dari Tabel 5 dapat diketahui besar harga penyewaan *Tower Crane A* sebesar Rp. 155.693.255 sedangkan *Tower Crane B* sebesar Rp. 136.296.905. Hal ini sebanding dengan besarnya durasi yang didapatkan dimana durasi untuk *Tower Crane A* lebih besar dari durasi *Tower Crane B*, yaitu *Tower Crane A* sebesar 4637,553 Jam sedangkan *Tower Crane B* sebesar 4068,543 Jam.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa efisiensi dan efektifitas posisi *Tower Crane* berdasarkan pada kondisi titik suplay dalam penentuan jarak yang telah dimodifikasi lokasi penempatan dan jumlahnya sedangkan untuk koordinat dan radius *Tower Crane* yang digunakan berdasarkan koordinat tujuan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu terkait penempatan posisi tower crane pada proyek pembangunan My Tower Surabaya bahwa titik optimal *Tower Crane* tergantung pada kondisi titik supply dan *Tower Crane* yang telah dimodifikasi penempatannya serta radius diperkecil dari skenario. [1]

4. Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian didapatkan besarnya waktu dan biaya dari penempatan *Tower Crane A* di peroleh waktu total dari lantai 1 sampai dengan lantai 7 adalah sebesar 4647,553 jam atau 387.30 Hari, dan biaya yang di butuhkan untuk letak *Tower Crane A* adalah sebesar Rp. 155,693,255
2. Waktu dan biaya dari penempatan *Tower Crane B* di peroleh waktu total dari lantai 1 sampai dengan lantai 7 adalah 4068.543 jam atau sebesar 339.05 hari, dan biaya yang di butuhkan untuk letak *Tower Crane B* adalah sebesar Rp. 136.296,905.
3. Dari hasil perhitungan waktu dan biaya letak *Tower Crane B* lebih efektif dan efisien dari *Tower Crane A* dengan selisih waktu sebesar 48,25 hari lebih cepat dari *Tower Crane A* dengan selisih biaya lebih kecil yaitu sebesar Rp. 19.396.350.
4. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa efisiensi dan efektifitas posisi *Tower Crane* berdasarkan pada kondisi titik suplay dalam penentuan jarak yang telah dimodifikasi lokasi penempatan dan jumlahnya sedangkan untuk koordinat dan radius tower crane yang digunakan berdasarkan koordinat tujuan

5. Referensi

- [1] Ahmad Puguh Septiawan, Cahyono Bintang Nurcahyo. Optimasi Penempatan Group Tower Crane pada Proyek Pembangunan My Tower Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. 2017, Vol 6,No 1 halaman C-39 – C-43.
- [2] Rostiyanti, S, F, 2014. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta : Rineka Cipta.
- [3] Soeharto, Imam. 2012. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Pt. Erlangga Jakarta